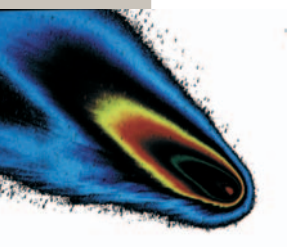
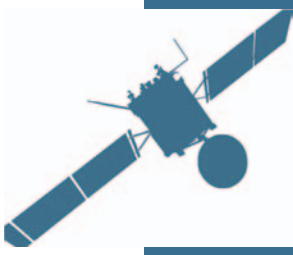


La sonde Rosetta en route vers la comète Churyumov Gerasimenko



Les objectifs de Rosetta

La sonde Rosetta est une mission de l'ESA. Elle observera deux astéroïdes, 2867 Steins et 21 Lutétia, et la comète 67/PChuryumov Gerasimenko. Rosetta analysera les deux astéroïdes puis se séparera lorsqu'elle sera en orbite autour de la comète. Un orbiteur analysera le noyau cométaire et sa coma, tandis qu'un atterrisseur, Philæ, se posera sur le noyau pour étudier sa structure et sa composition. Mieux comprendre comment s'est formé le système solaire, tel est l'objectif final.

Les astéroïdes Steins et Lutétia

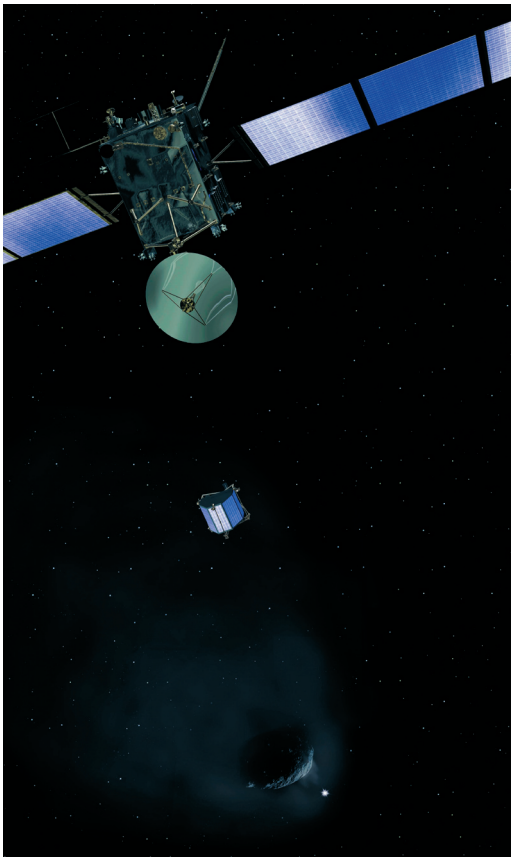
Steins et Lutétia sont deux astéroïdes d'un diamètre respectif de 10 et 100 km, restes de protoplanètes qui ne se sont jamais accrétés. Objets des débuts du système solaire, s'ils n'ont pas ou peu subi de transformation chimique, ils ont par contre été soumis au bombardement météoritique, voire à des collisions entre eux. Quelle est leur composition chimique ? Quelle est leur structure interne et est-elle homogène ou constituée d'un agglomérat de blocs ?

La comète Churyumov Gerasimenko

La comète Churyumov Gerasimenko a été découverte en 1969. Elle a un diamètre de 3 km par 5 km et revient à proximité du Soleil tous les 6,6 ans. Ayant fait peu de passage près du Soleil, on la considère comme un objet « neuf » produisant une grande quantité de poussière et de gaz. Quelle est la structure du noyau ? Quelles sont les molécules qui constituent son noyau ? Quelle est la part de la glace d'eau ? Y - a -t - il des molécules organiques complexes de type prébiotique, brique fondamentale de l'apparition de la vie ?

La mission Rosetta

Le 2 mars 2004, une fusée Ariane 5 a propulsé la sonde Rosetta vers la comète Churyumov Gerasimenko qu'elle atteindra en 2014. Pour arriver à son but, Rosetta utilisera l'assistance gravitationnelle de la Terre en mars 2005, puis celle de la planète Mars en mars 2007 et survolera l'astéroïde Steins le 5 septembre 2008. Retournant vers la Terre pour utiliser l'assistance gravitationnelle, elle survolera l'astéroïde Lutétia le 10 juillet 2010. Rosetta continuera son long périple en direction de la comète, qu'elle rejoindra en mai 2014. Elle commencera alors sa phase d'approche et d'étude du noyau de Churyumov Gerasimenko. En orbite autour du noyau et après cartographie de celui-ci, elle libérera l'atterrisseur Philæ qui ira se poser sur le noyau en novembre 2014. Pendant un minimum de 5 jours, qui est la durée de vie minimum espérée de Philæ, atterrisseur et orbiteur analyseront ensemble le noyau, sa composition et sa structure. Ensuite, la comète deviendra active en s'approchant au plus près du Soleil (août 2015), et Rosetta observera cette activité jusqu'en décembre 2015.



Vue d'artiste de la sonde Rosetta larguant l'atterrisseur Philæ sur le noyau de la comète Churyumov Gerasimenko. © ESA.

Image de l'astéroïde Ida prise avec la sonde Galileo de la NASA. Cette photo a été prise le 28 août 1993, alors que Galileo était à environ 10 500 km d'Ida. Le point brillant, à droite, est une lune gravitant autour de l'astéroïde. Ida mesure environ 27 x 12 x 8 km. © NASA/JPL.

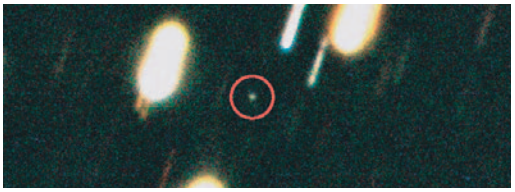
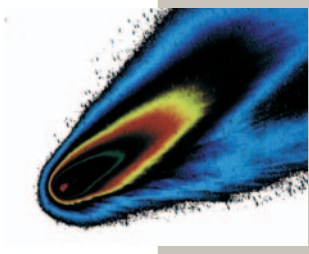


Image du noyau de la comète Churyumov Gerasimenko (dans le cercle rouge) obtenue le 26 février 2004 avec le Very Large Telescope de l'ESO. Il était approximativement à 6 millions de kilomètres de la Terre. © VLT-ESO.

l'Observatoire de Paris



L'instrumentation

L'orbiteur de Rosetta emporte 11 instruments, les français participants à 9 d'entre eux. Il s'agit :

• de spectromètres pour analyser : les gaz, les ions et particules présents dans les queues de la comète, le taux d'éjection de la matière hors du noyau, la nature des grains de poussière, la nature et la température des solides présents à la surface des astéroïdes et du noyau cométaire ;

• d'instruments radio pour déterminer : la quantité de gaz éjecté par la comète, l'activité de la comète, la température interne du noyau cométaire, la masse et la densité des astéroïdes et du noyau de la comète ;

• d'analyseurs et d'un microscope pour caractériser les poussières présentes autour des astéroïdes et dans la coma de la comète ;

• d'un radar, couplé avec le radar sur l'atterrisseur, pour déterminer la structure interne du noyau ;

• de caméras pour la réalisation d'images des astéroïdes, de la comète, et déterminer le meilleur site d'atterrissage sur la comète.

L'atterrisseur Philæ emporte 10 instruments destinés à l'étude du noyau de Churyumov Gerasimenko, les français participants à 4 d'entre eux. Il s'agit :

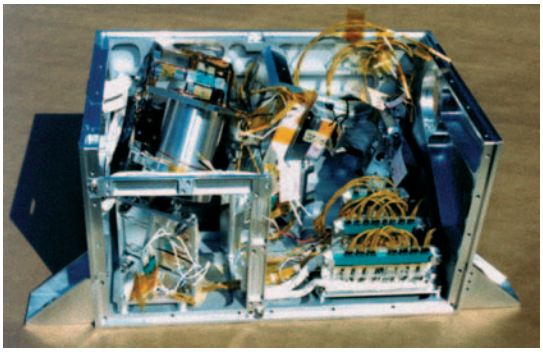
• d'un système de forage et de prélèvement d'échantillons ;

• d'un microscope, de spectromètres et d'un chromatographe pour caractériser la composition chimique de la matière collectée ;

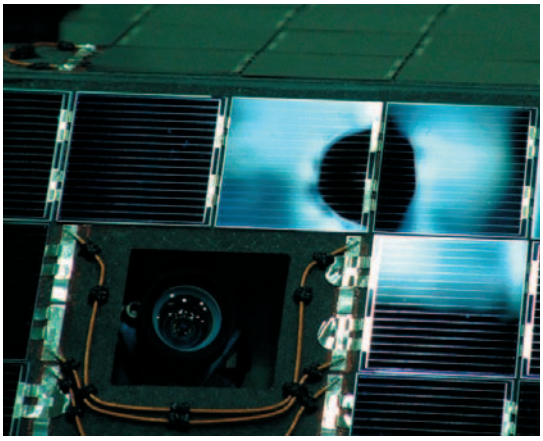
• d'analyseurs pour mesurer la température, la densité, la composition et les propriétés électriques de la surface et des poussières ;

• d'un radar, couplé avec le radar sur l'orbiteur, pour déterminer la structure interne du noyau ;

• de caméras pour la réalisation d'images de la phase de descente de l'atterrisseur et du site d'atterrissage.



Le canal à haute résolution spectrale de l'instrument VIRTIS qui est le spectromètre imageur dans le domaine du visible et de l'infrarouge, embarqué sur l'orbiteur Rosetta. © ESA. LESIA. Observatoire de Paris. CNES. CNRS.

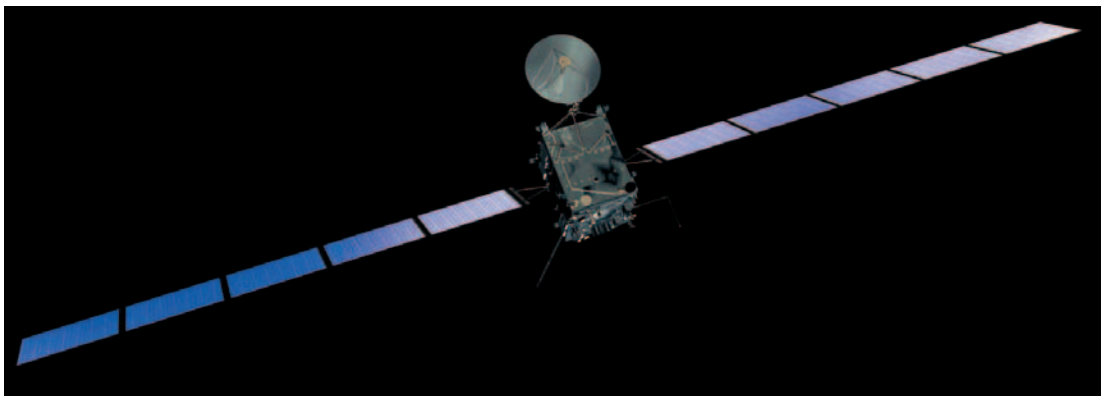


Une des caméras de l'instrument CIVA embarquée à bord de l'atterrisseur Philæ. Cet instrument comprend également un microscope et un spectromètre pour analyser les échantillons cométaires.© ESA. IAS. CNES. CNRS.

Les astéroïdes

Plus de 40 000 astéroïdes gravitent dans le système solaire. Ils peuvent avoir des tailles comprises entre quelques dizaines de mètres et quelques centaines de kilomètres. Le plus gros d'entre eux, Cérès, mesure 940 km. Ils se répartissent entre différentes familles suivant leurs orbites. Certains, nommés géocroiseurs, croisent l'orbite de la Terre, mais la majorité se situent dans la ceinture principale qui est entre Mars et Jupiter. Les astéroïdes sont des planétésimaux qui n'ont pu s'accréter pour former une planète. La ceinture principale en est un exemple, la masse de Jupiter étant trop importante, son attraction gravitationnelle a empêché la formation d'une planète entre Mars et Jupiter. Ils appartiennent également à différentes classes chimiques en fonction de leur composition : riches en carbone et témoin de l'origine du système solaire, riches en roches et en métaux, ils pourraient être les restes de gros astéroïdes ayant éclaté. S'ils ont été soumis, pour la plupart, à des impacts météoritiques qui ont cratérisé leurs surfaces, certains ont subit de violentes collisions qui ont pu modifier leurs structures internes la rendant inhomogène. Il y en a également dans la ceinture de Kuiper et certains d'entre eux, les Centaures qui se situent entre Jupiter et Neptune, proviendraient de cette ceinture. Ils sont assez proches des comètes, avec une composition de glaces et de roches.

Image de l'astéroïde Gaspra prise avec la sonde Galileo de la NASA. Cette photo a été prise le 29 octobre 1991, alors que Galileo était à environ 5 300 km de Gaspra. Il mesure environ 19 x 12 x 11 kilomètres. © NASA/JPL.



Dessin d'artiste de la sonde Rosetta. Les panneaux solaires font 32 m d'envergure avec une surface de 62 m². Ces importantes dimensions sont obligatoires pour pouvoir alimenter la sonde en énergie, car la sonde sera à plus de 500 millions de km du Soleil. © ESA.

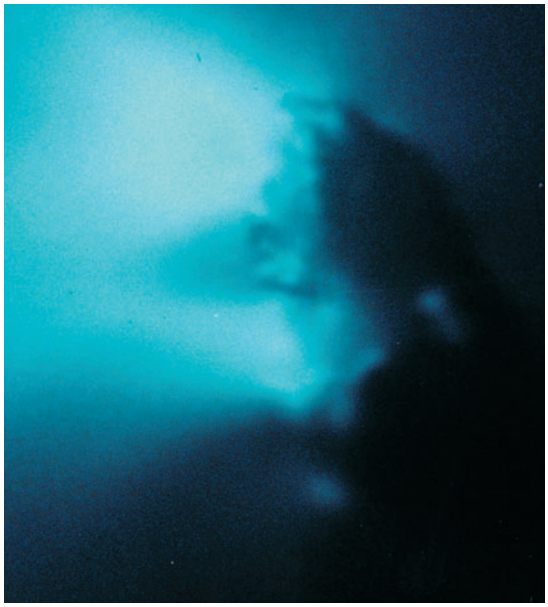
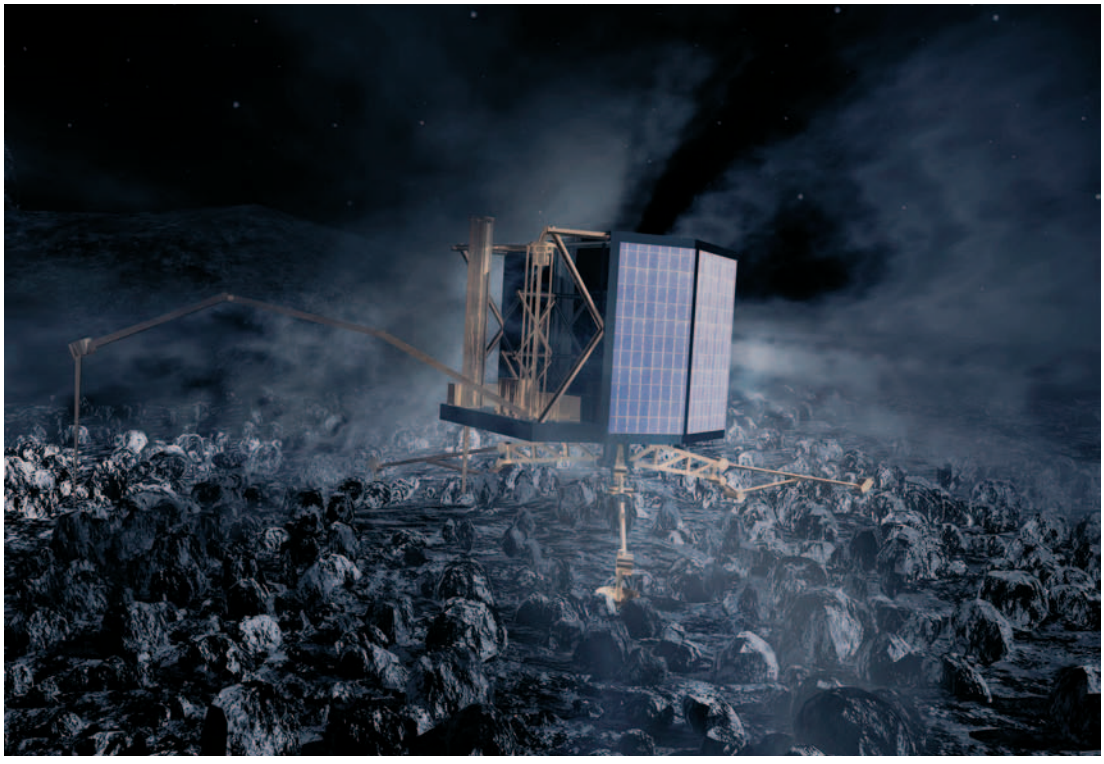
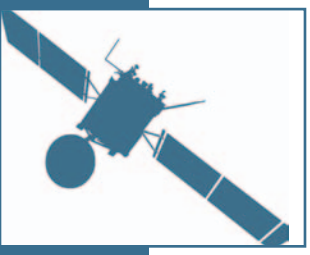
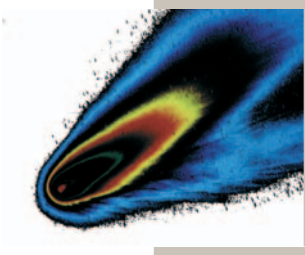


Image du noyau de la comète de Halley, prise par la sonde Giotto de l'ESA en mars 1986. Il s'agit de la première image d'un noyau de comète jamais obtenue. Le retour de la comète de Halley a été l'objet d'une intense campagne d'observation utilisant les télescopes et radiotélescopes au sol et 4 sondes spatiales, une européenne, deux soviétiques et une japonaise © ESA-MPAE.

Dessin d'artiste de l'atterrisseur Philæ posé sur le noyau de la comète Churyumov Gerasimenko. © ESA.



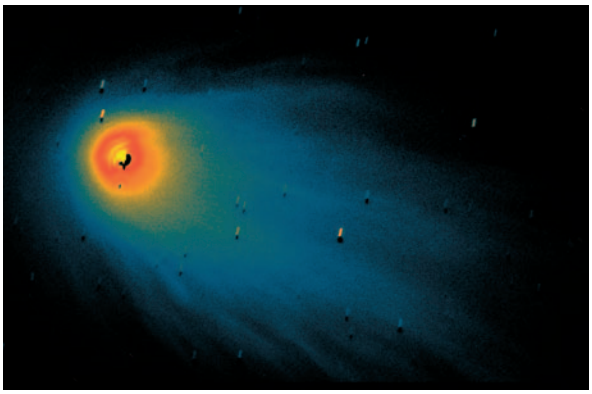




Les comètes

On pense que les comètes se sont formées dans la région des planètes géantes et ont été expulsées dans la ceinture de Kuiper entre 30 et 50 UA du Soleil (1 UA = 150 millions de km) et dans le nuage de Oort à 50 000 UA. Une perturbation gravitationnelle, provoquée par des étoiles peut entraîner une chute de la comète vers l'intérieur du système solaire. La comète est alors être attirée gravitationnellement par le Soleil et peut se mettre sur une orbite elliptique autour de notre astre. Les comètes, éloignées du Soleil, sont constituée d'un noyau de quelques kilomètres de diamètre fait d'un agrégat de glaces et de roches, la glace d'eau étant majoritaire. En se rapprochant du Soleil, ce noyau est chauffé et la glace se sublime, passant directement de l'état solide à l'état gazeux. Ce gaz, entraînant des poussières, forme autour du noyau, la coma ou chevelure de la comète qui peut s'étendre sur plusieurs centaines de millions de kilomètres. Au début de la formation de la Terre, on pense que de nombreuses comètes ont percuté notre planète, y apportant une grande quantité d'eau, voire des molécules organiques complexes, peut-être à l'origine du développement de la vie ?

Tapisserie de Bayeux. On peut voir en haut à droite le dessin d'une comète qui serait la comète de Halley. © Ville de Bayeux.



La comète de Hale Bopp le 1er avril 1997 : émissions de l'ion CO^+. © F. Colas, J. Lecacheux, E. Frappa, Station de Planétologie des Pyrénées/ IMCCE/Observatoire de Paris.

Image de la comète Hyakutake, prises au Pic du Midi le 23 mars 1996. © F. Colas, Station de Planétologie des Pyrénées/IMCCE/Observatoire de Paris

Au delà de la Terre
l'Europe explore le système solaire

Exposition du 3 novembre 2004 au 30 janvier 2005

ouverture le mercredi, vendredi et dimanche de 14h00 à 18h00

Observatoire de Paris
61, avenue de l'Observatoire
75014 Paris

RER B : station Port Royal
Métro : lignes 4 ou 6 : station Denfert-Rochereau

Groupes et scolaires sur rendez-vous : tél. : 01 40 51 23 01

site web de l'exposition : http://www.audeladelaterre.net

Conception et réalisation : communication INSU-SDU